

DARVAS ANDOR tanszékvezető főiskolai tanár:

## **KÍSÉRLET A KÖZÉPISKOLÁT VÉGZETTEK FIZIKAI ISMERETEINEK REÁLISABB MEGÁLLAPÍTÁSÁRA**

(Különös tekintettel a főiskolai felvételi vizsgákra)

### **I.**

#### **Általános megjegyzések**

A tanulás eredményének mérésére az iskolai gyakorlatban az „ősi” módszer, a feleltetés van divatban. Újabban ugyan a „feleltetés” fogalmát a sokkal szélesebb körű „számonkérés” fogalommal szokták helyettesíteni, ami magában foglal minden olyan módszert, amellyel a nevelő meg akar és tud a tananyag megtanulásának mértékéről, mondjuk így: a tanuló tudásáról győződni. Ezek közül a módszerek közül az iskolában a feleltetés és a dolgozatok íratása szinte a kizárólagos. Ezért amikor az iskolai számonkérésről beszélek, a továbbiakban a lényeget precízebben kifejező feleltetés kifejezést fogom használni.

Az óráról-óra-ra való feleltetés természetéből következik, hogy (helyesen) alkalmazkodik a tanítás és tanulás folyamatához. A feleléskor döntő mértékben olyan módon és olyan sorrendben mondja el a tanuló a kérdezett anyagot, ahogyan a tanára magyarázta, s ahogyan a tankönyvből megtanulta. (Ennek a kettőnek pedig nem kis mértékű parallelitást kell mutatnia.) Az adatok és a részletek tehát beletartoznak egy bizonyos egységbe, amely ezeknek értelemszerű „környezete”, s így rögződik a tanuló tudatában. Például az a nemzedék, amelyik még a Pirchala latin nyelvtankönyvét használta, élete végéig elfeledhetetlenül megtanulta a tárgyesettel járó praepositiókat az „ante, apud, ad, adversus” kezdetű mondóka formájában.

A „logikai környezetével” való rögzítés könnyebb, a bevésés mélyebb, nehéz is lenne a tanítást és tanulást másként elképzelni. De emellett az előnyök mellett hátrányai is vannak: a gyakorlati felhasználás céljára a fogalmakat, adatokat, részleteket rendszerint ki kell emelni „környezetükből”, mert egy más összefüggésbe kell beágyazni azokat. Ezt a kiemelést viszont gátolja az, hogy a tudatban együtt szerepel valamivel, valamikkel, amik elősegítették ugyan a bevésést, de mintegy rejtve, fogva is tartják.

Emlékszem, hogy ha annak idején például a *contra* praepositiot kellett használni, többnyire úgy döntöttük el, hogy milyen esetet vonz, hogy elejétől elmondtuk a „versikét”, míg rá nem bukkantunk.

Mivel pedig a tanult anyagot — s most főleg az exact természettudományokról beszélek — nem azért tanuljuk, hogy a megtanulás sorrendjében el tudjuk mondani, hanem többek közt a gondolkodóképesség fejlesztése, és a gyakorlatban való felhasználás céljából is, rendkívül fontos, hogy a tanuló minél jobban belelásson a tényeket, fogalmakat, adatokat stb. legváltozatosabban összekötő logikai szálak szövevényébe. Sőt, mivel a logikai összefüggések skálája szinte végtelen, s így egészében megtanulhatatlan, szükséges, hogy maga is alkalmas legyen ilyen logikai kapcsolatok felismerésére, rekonstruálására.

Mindezt természetesen az iskolai oktatás — a tanulók szellemi képességeitől, szorgalmától stb. függően — csak többé-kevésbé tudja megoldani.

Áttérve most már a fizikára, felvetődik az a kérdés, hogy mit értünk a fizika „tudásán”? Természetesen itt nincs abszolút mérték, hanem a fizika-tudás alacsonyabb-magasabb fokáról lehet csak szó.

Semmiesetre sem tekinthetjük kielégítőnek azt a tudást, amely olyan értelemben felelés jellegű, hogy a tanult anyag egy-egy összefüggő részét, fejezetét recitálni képes.

Ha tehát meg akarunk győződni arról, hogy 2—3 évi fizika tanulás után valaki milyen mértékben tudja áttekinteni a tanult anyagot, ennek részeit milyen mértékben tudja alkalmazni, milyen összefüggéseket képes meglátni az egyes részek között, és így tovább, semmiesetre sem megfelelő az a módszer, hogy elmondatunk vele egy-egy fejezetet, vagy hosszabb-rövidebb részt a megtanult anyagból. Csupán fizikai példák megoldása sem megfelelő módszer, mert a példamegoldó készség igen nagy mértékben gyakorlottság kérdése.

Továbbá, mivel az iskolai feleltetés ma még eléggé nagy mértékben recitatív jellegű, az iskolai érdemjegyek is elsősorban az anyagszerű tudást fejezik ki.

Szükségesnek mutatkozik tehát, hogy olyan helyeken, ahol a fizika nem csupán tananyagszerűen fog jelentkezni, hanem el kell sajátítani a fizika és annak alkalmazása területén az önálló és alkotó jellegű munkát, a kiindulási feltételek felmérésére más, az eddigieken túlmenő módszereket dolgozzunk ki.

A fenti követelmények állanak fenn többek között a fizika tanárok képzésénél is. Ez vezetett arra, hogy megkezdjem a kísérletezését egy olyan módszernek, amelyik talán mélyebb bepillantást enged az érettségizett és fizika szakra jelentkező jelöltek — a fentebbi értelemben vett — „fizika tudásába”, mint a magukkal hozott érdemjegy, vagy az iskolai feleltetéshez hasonló felvételi vizsga.

## II.

### A vizsgálati anyag

Az út nem teljesen töretlen, hasonló jellegű próbálkozások külföldön már régóta és nagyobb számban vannak, hazai vonatkozásban azonban igen kevés volt az ilyen kezdeményezés; a felszabadulás óta tudomásom szerint csak a Központi Pedagógus Továbbképző Intézet Fizika Tanszéke kezdett egy hasonló jellegű, az általános iskolai tanulók fizika tudásának felmérésére szolgáló vizsgálatot 1958-ban.

A vizsgálati anyag összeállításában teljesen a tanárképzésben kilenc év alatt szerzett tapasztalataim, továbbá az ezen idő alatt mutatkozó szükségletek alapján indultam el.

Mielőtt az egyes részletekre vonatkozó elgondolásaimat ismertetném, közlöm magát a vizsgálati anyagot, mert kíváncsi, hogy az olvasó ezt a maga egészében lássa.

Más módomban nem lévén, a vizsgálati anyagot stencilen sokszorosítottuk; az első, a szükséges utasításokat tartalmazó lapon kívül az egész anyag terjedelme 8 lap volt.

Az első laptól az utolsóig a probandusok kezéhez adott anyag az alábbi volt.

Kedves Barátom!

Az alábbiakban egy vizsgálati ívet kell kitöltenie, amelyen sok különböző fajta kérdés szerepel.

Minden kérdést nagyon figyelmesen olvasson el, lehetőleg kétszer. Gondolkozzon egy kicsit, aztán adja meg a szükséges módon a feleletet. Ne töprengjen hosszasan, ne akadjon meg hosszú időre. Ha 1—2 perc alatt nem tud felelni, kezdjen neki a következő kérdésnek.

A kimaradt kérdésekre akkor térjen ismét vissza, ha már az előbbi módon az összes kérdéseken végig ment.

Ha van olyan kérdés, amelyikre nem tud felelni, az sem nagy baj. Fontos, hogy nyugodtan dolgozzon, ne akarjon minél hamarabb túl lenni rajta, de ne is izgassa, ha egyesek már készen vannak.

Dolgozzon tisztán és rendesen, hogy világosan meg lehessen állapítani, mit felelt az egyes kérdésekre.

Ha készen van, NEVÉT ÍRJA FEL AZ ELSŐ OLDALRA FELÜLRE A JOBB SAROKBA. Ezt ne felejtse el, mert a névtelenül beadott íveket nem értékeljük.

\* \* \*

1. Az alább felsorolt fizikai fogalmak közül húzza alá azokat, amelyekben az idő szerepel valami módon:

Sebesség, gyorsulás, munka, teljesítmény, energia, forgatónyomaték, nyomás, kalória, olvadási-hő, áramerősség, kapacitás, fényerősség, Henry, sűrűség.

2. A jobb oldalon álló szavak, kifejezések közül húzza alá azokat, amelyeket helyesnek talál:

A domború tükör által adott kép:

nagyított — a tárggyal egyenlő — kicsinyített — fordított állású — egyenes állású — látszólagos — valódi.

A fényképezőgép lencséje által adott kép:

nagyított — a tárggyal egyenlő — kicsinyített — fordított állású — egyenes állású — látszólagos — valódi.

3. Húzza alá folytonos vonallal azt a sort, amelyik az égitestek helyes sorrendjét közli napfogyatkozáskor, és húzza alá szaggatott vonallal azt a sort, amelyik az égitestek helyes sorrendjét közli holdfogyatkozáskor.

Föld — Hold — Nap	Hold — Föld — Nap	Föld — Nap — Hold
Nap — Föld — Hold	Hold — Nap — Föld	Nap — Hold — Föld

4. Az alábbiakban hármas csoportokban meghatározásokat talál. Ezek közül húzza alá a jókat.

A sebesség az út és idő hányadosa.

A sebesség a mozgás gyorsasága.

A sebesség = gyorsulása osztva az idővel.

Az áramerősség a feszültség és kapacitás szorzata.

Az áramerősség = az ellenállás osztva a feszültséggel

Az áramerősség = a teljesítmény osztva az ellenállással.

A munka az erő és az erő irányába eső út szorzata.

A munka a teljesítmény és az idő szorzata.

A munka az erő, sebesség és idő szorzata.

5. Írja be a pontozott vonalra növekvő	1. ....
fajsúlyuk szerint az alábbi anyagokat:	2. ....
	3. ....
parafa, víz, arany, réz, higany, vas,	4. ....
olaj	5. ....
	6. ....
	7. ....

6. Állítsa elektromos vezetőképesség szempontjából helyes sorrendbe (a legjobb vezetőtől a legrosszabbig) a következő anyagokat:

VAS; ÜVEG; RÉZ; ALUMINIUM; BOROSTYÁNKŐ; KRÓMNIKKEL; EZÜST:

A helyes sorrend: 1. .... 2. .... 3. ....  
4. .... 5. .... 6. .... 7. ....

7. A pontozott vonalra írja be, mely fizikai állandók értékei az alábbiak:

$80 \frac{\text{cal}}{\text{gr}}$ .....	$16-20000 \frac{1}{\text{sec}}$ .....
$6,02 \cdot 10^{23}$ .....	$427 \frac{\text{mkp}}{\text{kcal}}$ .....
$1033 \frac{\text{grs}}{\text{cm}^2}$ .....	$540 \frac{\text{cal}}{\text{gr}}$ .....
$3,10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ .....	$\frac{1}{273}$ .....
$13,6 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ .....	$96500 \text{ Cb}$ .....

8. Írja be a pontozott vonalra, hogy:

Mennyi a FAJSÚLYA

a levegőnek? .....

a vasnak? .....

a  $4^\circ \text{C}$ -nek? .....

Mekkora a SEBESSÉGE

a hangnak a levegőben? .....

.....  
 az elektromos áramot létrehozó szabad elektronoknak a fémekben?  
 .....

.....  
 A Földnek a Nap körül?  
 .....

Mekkora az OLVADÁSPONTJA  
 $^\circ \text{C}$  fokban

a higanynak? .....

a jégnek? .....

a vasnak? .....

9. Egészítse ki az alábbi meghatározásokat, illetve törvényeket a megfelelő szavaknak a kipontozott helyre való beírásával. (Egy kipontozott helyre csak egy szó írható.)

1. A ..... nyomaték az ..... és karjának szorzata.

2. .... az egyensúly, ha a ..... áthalad ..... alátámasztási felületén.

3. A ..... az a hőmennyiség, amely 1 kg ..... hőfokát  $1^\circ \text{C}$ -kal .....  
 .....

10. Az alábbi hiányos mondat többféle fizikai mennyiséget határoz meg, aszerint, hogy a hiányzó helyekre mit írunk. Csináljon belőle leg-alább két meghatározást, a megfelelő szavakkal kiegészítve.

A ..... az a hőmennyiség, amely a kérdéses anyag 1 gr-jának .....hoz szükséges a ..... fokán.

A ..... az a hőmennyiség, amely a kérdéses anyag 1 gr-jának .....hoz szükséges a ..... fokán.

11. Írja le mindazt, amivel az elektromos áram erőssége egyenesen arányos: .....

Sorolja fel írásban, milyen fizikai mennyiségek arányosak fordítva a távolság négyzetével: .....

12. Írja le a következő fizikai fogalmak meghatározását (definícióját):

1. TEHETETLENSÉGI NYOMATÉK:

2. ÖNINDUKCIÓ:

3. NAGYÍTÁS:

13. Milyen fizikai mennyiséget mérünk valamely keresztmetszeten egy másodperc alatt áthaladó mennyiséggel?

14. Az alább felsorolt sugárzástípusok közül húzza alá azokat, amelyekben elektromosan töltött részecskék repülnek tova:

$\alpha$ -sugárzás,  $\beta$ -sugárzás, hősugárzás, ultraibolya sugárzás, katódsugárzás,  $\gamma$ -sugárzás, fénysugárzás, röntgensugárzás, Cső-sugárzás, elektromos (rádió) sugárzás.

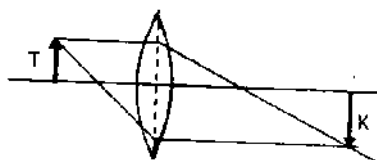
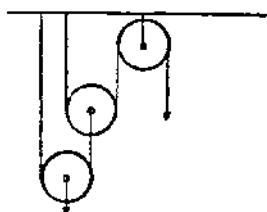
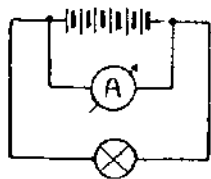
15. A jobb oldalon felsorolt szavak közül húzza alá azokat, amelyek megszabják (meghatározzák) a baloldalt levő fizikai mennyiség nagyságát:

HŐMENNYISÉG: idő, tömeg, felület, súly, hőfok, hőfokkülönbség, fajhő, erő.

ELLENÁLLÁS: fajsúly, hőfok, munka, keresztmetszet, sűrűség, vezetőképesség, vezetőleng, távolság.

HIDROSZTATIKUS NYOMÁS: a folyadékoszlop magassága, színe, sűrűsége, fajsúlya, alakja, területe, térfogata, anyagi minősége.

16. Mi a hiba az alábbi rajzokon, illetve jelölésekben? Ha talál hibát, írja a rajz mellé jobb oldalra.



$$p\bar{U} = R t$$

17. Egyes fizikai mennyiségeket törtekkel tudunk kifejezni. Például

$$\text{nyomás} = \frac{\quad}{\text{felület}} \quad \text{sűrűség} = \frac{\quad}{\text{térfogat}}$$

$$\text{elektromos térerősség} = \frac{\text{feszültség}}{\quad}$$

$$\text{a megvilágítás erőssége} = \frac{\text{fényerősség}}{\quad}$$

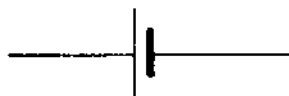
$$\text{tömegvonzás} = \frac{\quad}{\text{a távolság négyzete}}$$

Írja be a hiányzó számlálókat, illetve nevezőket!

18. Írja az alábbi jelek mellé, mit jelentenek azok:



$C_p$

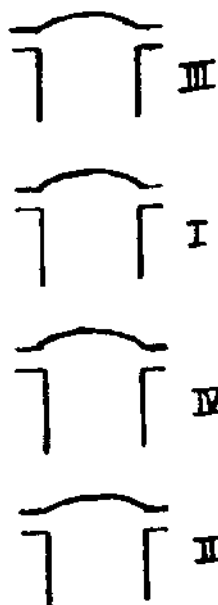


19. Soroljon fel olyan eszközöket, amelyekben az alábbi energia-átalakulások mennek végbe:

helyzeti mozgásivá: .....  
 mozgási hanggá: .....  
 hő fénnnyé: .....  
 elektromos hővé: .....  
 elektromos fénnnyé: .....  
 hang elektromossá: .....  
 hő elektromossá: .....  
 fény elektromossá: .....  
 elektromos hanggá: .....  
 hő mozgásivá: .....

20. A bal oldalon felsoroltak mellé írja oda, hogy milyen fizikai törvény (elv) alapján működik a:

1. tengeralattjáró:
2. olló;
3. csónak kormánylapátja;
4. lendkerekes autó;
5. szájharmonika;
6. kaleidoszkop (varázscső):
7. elektromos jég szekrény:
8. szócső:
9. szemcseppentő:
10. keljfeljancsi:



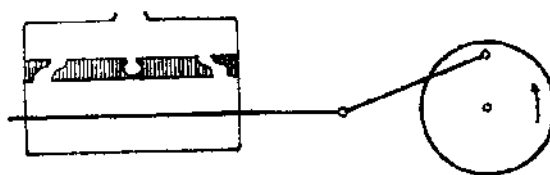
21.

A mellékelt rajzok a négyütemű robbanómotor hengerfejét és szelepnyílásait ábrázolják. A bal oldali a SZÍVÓ, a jobb oldali a KIPUFFOGÓ szelepek nyílása. A római számok az ütemet jelzik (vagyis, hogy hányadik ütemről van szó). Rajzoljuk be az ütemnek megfelelő szelepállásokat.

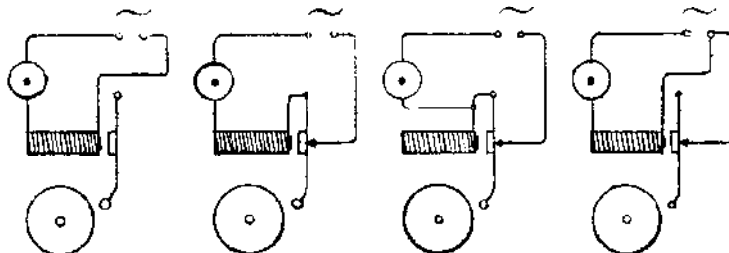


22.

Rajzolja be a mellékelt ábrába a tolattyút és a dugattyút olyan helyzetbe, hogy a kerék a nyíl irányában forogjon.



23. Jelölje meg X-szel az alábbi csengőkapcsolások közül azt, amely-nél rendesen (a szokásos módon) szól a csengő.



24. Készítse el az alábbi kapcsolási rajzokat:

1. Kapcsoljon össze négy, egyenként  $R$  ohm értékű ellenállást, úgy, hogy az eredő ellenállás szintén  $R$  ohm legyen.
2. Kapcsoljon össze négy, egyenként  $C$  farad kapacitású kondenzátort, úgy, hogy az eredő kapacitás szintén  $C$  farad legyen.

25. A pontozott vonalon feleljen a következő kérdésekre:

1. Milyen fizikai mennyiségeket mérünk cm egységgel? .....
2. Milyen fizikai mennyiségeket mérünk  $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$  egységgel? .....
3. Milyen fizikai mennyiségeket mérünk a sec reciprok értékével? .....
4. Milyen fizikai mennyiség egysége a  $\frac{\text{kp}}{\text{dm}^3}$  .....  
wattóra .....  
lumen .....
5. Mik az egységei a  
hőmennyiségnek? .....  
áramerősségnek? .....  
erőnek? .....

26. Írja le röviden, néhány szóval, hogy az alább páronként közölt fizikai törvények, jelenségek *A)* miben hasonlítanak, *B)* miben különböznek egymástól. (Nem kell részletezni, csak a leglényegesebbekre szorítkozni.)

	(Hasonlít)	(Különbözik)
Ált. tömegvonzási törv.		
Coulomb-törvény		
Mágneses töltés		
Elektromos töltés		
Mikroszkóp		
Kepler-távcső		
Prizma-színkép		
Rács-színkép		
Röntgen-sugár		
Gamma-sugár		
Induktív ellenállás		
Kapacitív ellenállás		

#### A vizsgálati anyag indokolása

A vizsgálati anyag összeállításában különböző szempontokat igyekeztem érvényesíteni. Az anyagszerű és adatszerű tudáson kívül viszonylatokat, áttekintőképességet, logikai kapcsolóképességet, technikai érzéket, technikai gondolkodást stb. igénylő problémák szerepelnek, az alábbi részletezés szerint:

1. *feladat.* A fizikai mennyiségek egy csoportjából ki kell választani az idővel közvetlen összefüggésben levőket. Ezt meg lehetett volna úgy is adni, hogy nem soroljuk fel a tétellapon a fogalmakat, hanem maguknak a fogalmaknak a végig gondolását is a próbázóra bízuk. Így kétségek kívül megmutatta volna a fizikai fogalmak feletti áttekintő készséget is, de egyrészt — tekintettel ennek és a következő feladatoknak a szokatlan voltára — könnyíteni akartam a vizsgázó helyzetén. Másrészt mélyebb ítélőképesség vizsgálatát is szolgálta ez a feladat a közvetlen tudáson kívül. Itt ti. a következő probléma adódhat: nézzük például a munka fogalmát. A munka nem függvénye az időnek, azaz a munka mennyiségét nem befolyásolja, hogy kevés, vagy sok idő alatt végzi-e el valaki. A helyes feladat-megoldás tehát az invariancia megállapítása. De tovább menve így is lehet okoskodni (mint ahogyan voltak is így okoskodók): a munka az erőnek és az erő irányába eső útnak a szorzata. Az erő fizikai szempontból egy tömegjellegű és egy gyorsulás jellegű mennyiség szorzata. A gyorsulás viszont a sebesség és idő hányadosaként állítható elő, így tehát az idő mégis kapcsolatba hozható a munkával. Ez a „közvetett” kapcsolat nyilvánvalóan nem befolyásolja a fentebb tett megállapításunkat, hogy a munka az időtől független fizi-

kai mennyiség. Ha tehát — túlzottan boncolgatva a dolgot — valaki idáig eljut, az előtt a feladat előtt áll, hogy megítélje: játszik-e az idő befolyásoló szerepet a munka nagyságában, mértékében. Ez fejlettebb ítélőképességet igényel. Így — a kiragadott példára alkalmazva — a következő esetek lehetségesek: a) a munka képletéig jut el, tovább nem boncol, s megállapítja az invarianciát; b) tovább elemezve a munkát, felfedezi, hogy közvetve bár, de az idő benne rejlik, s megállapítja, hogy a munka az időtől is függ; c) *végül*: a tovább elemzést elvégzi ugyan, de helyes gondolkodással, ítélőképességgel megállapítja, hogy mégis az időtől független fizikai mennyiségek kategóriájához tartozik. E három eset közül az a) és a c) helyesek, de a c) magasabbrendű. A b) helytelen.

Ugyanez a felsorolt fogalmak egyik-másikára még fennáll.

Így tehát megállapítható, hogy az első feladat kettős hibában szenved: elsősorban nem tűnik ki, hogy a helyes megoldás például a munka esetén az a) vagy c) gondolatmenet eredménye-e, tehát nem nyújt betekintést a finomabb logikai funkcióba. Másrészt a szövegezés félreérthető, sőt talán félrevezető is, mert azt mondja, hogy „húzza alá azokat, amelyekben az idő szerepel *valami módon*”. Valami módon az idő szerepel, mint láttuk, a munkában is, noha távolról sem e „valami módok” megállapítása volt itt a cél. Nyilvánvalóan ezzel magyarázható, hogy épp a munkát is sokan (15-en) aláhúzták.

2. *feladat*. A feladat a gyakorlati tapasztalatok alapján megoldható még akkor is, ha mint iskolai anyagra nem emlékezik az illető. Természetesen a fogalmak jelentésének ismerete szükséges, tehát azt tudni kell, hogy mi a valódi és a képzetes kép stb. Itt a felsorolt összes lehetőségek közül a három összetartozó helyes eset kiválasztása szükséges mind a tükörre, mind a lencsére vonatkozó kérdésnél.

Az összes (tehát nagyobb számú) lehetőség felsorolása a kiválasztási próbáknál feltétlenül célszerű, mert a találgatásból eredő helyes feleletek valószínűségét lecsökkenti. Két esetből választva, találgatás esetén 50 százalék a valószínűsége annak, hogy eltalálja a helyeset.

3. *feladat*. Itt is a matematikailag lehetséges összes esetet felsoroltuk egyrészt a „nagyobb választék” kedvéért, másrészt azzal a várakozással, hogy például napfogyatkozás szempontjából a Nap — Hold — Föld és a Föld — Hold — Nap sorrend egyaránt helyes. Erre természetesen nem nehéz rájönni, de ha a feladat egyféleképpen már megoldott, az ember rendszerint nem tesz erőfeszítést további megoldások felderítésére, kivéve azt az esetet, ha érdeklődése, beállítottsága épp az adott problémakörben mozgó.

4. *feladat*. Ez a feladat már összetettebb, mert fogalmak meghatározásának helyességét kell megítélni. Itt nem látszott célszerűnek egy helyes és egy helytelen definíció közlése, mert a találgatás szerepe, szerencsés, vagy balszerencsés volta erősen érvényesülhetett volna. Ezért minden fogalomra három meghatározás szerepel, ez is olyan mértékben változóan, hogy az elsőre egy jó és két helytelen, a másodikra három helytelen, a harmadikra három helyes meghatározást közöl. Ez eleve elejét veszi annak, hogy valami gépies eljárást alkalmazhasson a vizsgázó, ha jó eredményre törekszik. A közölt helyes definíciók közt

is vannak olyanok, amelyek nem legegyszerűbb, az iskolából ismert alakúak (például a munkára vonatkozó 2. és 3.) helyességük tehát pusztán a formális emlékezés alapján nem állapítható meg, csak gondolkodás, a fogalom elemzése alapján. A sebességre közölt második meghatározás *idem per idem*. Épp azért szerepel, hogy felismerik-e ezt, ennek semmit mondó jellegét.

5. *feladat*. Gyakorlati ismereteket kutató kérdés. Nem kíván pontos adatismereteket, mert ilyen számértékeket nem is tanulnak, csak egy-két anyagét, de ez az egy-két (ismeretnek feltételezhető) adat a gyakorlati életből és az iskolai ismeretekből kiegészíthető, és helyes sorrendbe állítható.

6. *feladat*. Az előbbihez hasonló jellegű. A vezetőképeségnek csupán kvalitatív ismeretét tételezi fel, továbbá azt, hogy a legjellegzetesebb vezető és szigetelő anyagokat ismerik. Az értékelés, elbírálás azt mutatta, hogy ez a feltételezés túlzottnak bizonyult.

Ez a feladat egyébként már bizonyos politechnikai tájékozottságot is feltételez, az elektromos energia szállítása és felhasználása a főbb vezető és szigetelő anyagok ismeretét megkívánja.

7–8. *feladat*. A fizika tanulása során néhány jellegzetes természeti és anyagállandó értékét tanulják. Ezek közül vannak kiválasztva a feladatok számai. A kérdés kétoldalú: a feleltetésnél általában a névről kérdeznak a számértékre. Ilyen a 8. feladat. Ennél szokatlanabb a 7. feladat, amely fordított sorrendet, azaz a megadott számértékről a névre (fogalomra) való ráismerést kívánja. Mivel itt olyan számértékek vannak megadva, amelyeket emlékezetben tartani és felidézni nehezebb, az ezekhez kapcsolódó név (fogalom) felidézése — várhatólag — könnyebb, mint a 8. feladat kérdései, ahol a számokra kell emlékezni. Ezért úgy választottam, hogy a könnyebb, közismertebb dolgok szerepeljenek a 8-ban, a nehezebb, összetettebb számértékeket adtam meg a 7-ben.

9. *feladat*. A fizikában igen fontos szerepet játszanak a pontosan definiált fogalmak. Ilyen definíciókat közöl ez a feladat, a jellegzetes fogalmak kihagyásával. A fizika exact voltából következik, hogy az üres helyekre *csak egy* helyes szó írható, úgy, hogy a mondat szakszempontról helyes legyen. Más szó, esetleg nyelvtanilag rokonértelmű szó a definíció helyes voltát lerontja. Az itt közölt három feladat közül az első egészen triviális, a másodikban a középső behelyettesítendő szó problematikus, mert az csak a „súlyvonal” lehet. Ezt vagy ismeri, tudja, vagy nem. A harmadikban a helyes megoldást a *kcal*, *víz* és *emeli* szavak beírása adja be, még elfogadható a *fajhő*, *anyag*, *emeli* szóhármass is.

10. *feladat*. Lényegét tekintve megegyező az előző feladattal, csak itt rokonszövegezéssel két különböző fogalom meghatározása történhet. Általában elvárható, hogy ez a két fogalom az olvadáshő és a párolgáshő legyen, s nem elfogadható, ha az egyik az olvadáshő, másik a fagyáshő, mert ezek lényegileg azonosak, s ezek megdefinálása azt jelenti, hogy a próbázó nem ismerte fel az azonosságot.

11. *feladat*. A fizika területén szélesebb áttekintést és különböző helyeken tanult összefüggések megadott szempont szerinti összeszedését kívánó feladat. A helyes megoldás meglehetősen sok logikai műveletet

igényel, ennek nehézsége abban rejlik, hogy néhány közismert, még gyengébb tanuló által is emlékezetben levő összefüggés után a fizika területének egy részét alaposan és rendszeresen át kell gondolni, kevésbé szem előtt levő kapcsolatok előkeresése végett.

**12. feladat.** Tulajdonképpen három definíció megfogalmazásából áll a feladat. Szokatlansága, s így a többlet, amit gondolkodásban kíván, abban rejlik, hogy egyik sem tartozik azok közé a fogalmak közé, amelyeket az iskolában sűrűn előszednek, ismételtetnek, az elsőt és a harmadikat pedig a definíció helyett rendszerint a matematikai formulájával emlegetik. A feladat hiányossága az, hogy nincs zárójelben magyarázatként odairva, hogy matematikai formulával — képlettel — nem lehet felelni.

**13. feladat.** Olyan jellegű, mint a 11-ik. Össze is lehetett volna vonni azzal, harmadik részfeladatként.

**14. feladat.** Könnyű feladat, a felsorolt sugárzás-fajták közül az elektromosan töltött részecskékből állókat kell kiválasztani. Mégis megkívánja, hogy a fizika különböző területein tanult részeket összeszedje, s egy kissé analizálja a jelölt.

**15. feladat.** Ugyancsak kiválasztási feladat, amelynél két problémára kell rámutatnom. Az egyik, hogy a kiválasztásnál néhol apróbb részleteket, különbségeket kell figyelembe venni. Például a hőmennyiségnél fel van sorolva többek közt a tömeg és a súly is, a hőfok és a hőfokkülönbség. Nem mindegy, hogy a számértékben egyébként egyenlő *tömeg*, vagy *súly* szót húzza-e alá! Ugyancsak nem mindegy, hogy a másik két szó közül melyiket választja. Egyik fizikai szempontból helyes, a másik helytelen. Még egy másik probléma is adódhat. Ez különösen a harmadik részfeladatnál jelentkezik. A hidrosztatikus nyomást ugyanis egyidejűleg a folyadékoszlop magassága és fajsúlya teljesen meghatározza. Felfogható tehát, úgy, hogy ezek aláhúzásával a helyes feleletet megadtam. De a hidrosztatikus nyomás meghatározásában szerepe van a felsorolt fogalmak közül az említett kettőn kívül még másoknak is, például a sűrűségnek, anyagi minőségnek, csak nem egyidejűleg az előzőkkel. Mert nyilvánvaló, hogy a fajsúlyt és az anyagi minőséget egyidejűleg figyelembe venni nem helyes. A feladat gyenge oldala, hogy lehetővé teszi mindkét elgondolást, bár a szövegből értelemszerűen a második következik. Ezért a feladat szövegezésén változtatni kell.

**16. feladat.** Ennek a feladatnak a megoldásához már műszaki, mondhatnám: kisméretű politechnikai érzék is szükséges. Az első részfeladat és a képlet talán a legkönnyebb, mert ehhez csupán jó megfigyelő képesség kell, természetesen a szükséges szakmai ismereteken kívül. Az elsőnél észre kell venni, hogy az áramforrás az ampéremérőn keresztül *rövidre van zárva*, így árammérőt nem kapcsolhatunk. Utóbbinál pedig a „t” (azaz a Celsius fokokban mért hőmérséklet) helyett „T” (kelvin fokokban mért hőmérséklet) írandó.

Nehezebb rájönni a másik három esetben a hibára, mert a helyes megfigyelésen kívül azt is „érzékelni” kell, hogy mi a műszaki probléma az adott esetben. Az archimedesi (hatvány) csigasor nem szerepel

a középiskolában. A megadott rajz hibátlan (az öt részletfeladat közt az egyetlen, amelyik hibátlan), itt az a kettős probléma, hogy egyrészt pontos végiggondolással rá kell jönni, hogyan működik a csigaszerkezet, másrészt ennek alapján meg kell állapítani (a feltett kérdés sugalmazó volta *ellenére*), hogy az adott rajz hibátlan. A síp és a bikonvex lencse esetében eléggé rejtett a hiba. A sípnál a válaszfal az „ajak” mögött van, így — s ez a dolog műszaki része — a síp nem szól. A lencsénél pedig a két gyújtótávolság különböző, ami azért hiba, mert nincs semmi utalás, hogy a jobb és bal oldalon egymástól különböző törésmutatójú anyag lenne. Így a gyújtótávolságok egyenlőtlen volta nem indokolt.

17. *feladat.* A feladat matematikai jellegű összefüggések hiányzó részeinek, tényezőinek pótlását igényli. A feladat nem betűjelöléses „képlet” alakjában van megadva, mert a hiányzó részleteknek betűjelöléssel való kitöltése nem lenne egyértelmű, nem lehetne megállapítani például, hogy egy beírt „p” betűvel mit szándékozott jelölni a probandus. Másrészt azért is szókkal megadott „képletek” mellett döntöttem, mert a betűnevekkel bemagolt képletek (pé-per-ef stb.), amelyek ugyan sűrűn szercpelnék az érettségizettek fejében, nagy százalékban értéktelenek, mert nem tudják a mögöttük rejlő fizikai jelentést, értelmet. Épp ezért ennél a feladatnál betűk írása nem is fogadható el, amit azonban a feladatot megszabó mondat után zárójelben közölni kellett volna.

18. *feladat.* Egyszerű feladat, a  $C_1$  kivételével az elektrotechnikában is használatos egyezményes jelöléseket kell felismerni. Ez a politехnikai tájékozottsághoz épp úgy hozzátartozik, mint például az általános tájékozottsághoz a legfontosabb térképjelek ismerete.

19. *feladat.* Ez is olyan feladat, ami politехnikai látókört „is” kíván, s ezen túlmenően néhány finomabb megkülönböztetést is. Például a villanyízzó esetében el kell döntení, hogy a villanyízzó megjelölés melyik kérdésre helyes válasz: a harmadikra-e, vagy az ötödikre? Ezenkívül a kérdés kimondottan olyan eszközökre vonatkozik, amelyekben a jelzett energiaátalakulás végbe megy. Nem megfelelő tehát egy olyan eszköz, amelyben különböző energiaátalakulások egész sora szerepel, például az, hogy „rádió-vevőkészülék”.

20. *feladat.* Rokonfeladat az előzővel, csak ahhoz képest „fordított” sorrendű gondolatmenetet kíván: az eszköz van megadva, s ehhez kell a fizikai alapelvet megkeresni. Itt is sok részletkérdést kell mérlegelni, ha a felelet precíz voltára ügyelünk. A kaleidoszkóp esetében például nem elegendő egyszerűen a fényvisszaverődést megjelölni, hanem azt is kívánni kell, hogy a síktükörről való visszaverődést jelölje meg. A szócsőnél mérlegelni kell, hogy „hangvisszaverődés” vagy „a hangenergia egvirányba terelése hangvisszaverődéssel” a megfelelőbb-e. Természetesen mind a kettő kifejezi a lényegét, s elfogadható, amint értékelés közben el is fogadtam.

21. *feladat.* Technikai meggondolást kíván, mert az ütemek sorrendje nem a megszokott. Nem állítja nehezebb feladat elé a vizsgázót.

22. *feladat.* Jó megfigyelést, logikus gondolkodást és politехnikai érzéket kíván. A hajtókar excenter-csatlakozásának helyéről megállá-

pítható (ha egyáltalán megfigyeli valaki), hogy a dugattyúnak a henger közepén kell lennie, a nyíl iránya pedig mutatja, hogy merre irányuló mozgást végez a dugattyú. Ezekből egyértelműen meg lehet rajzolni a tolattyú megfelelő helyzetét: ha mindezt így végiggondolja, végigkövetkezteti a vizsgáló.

23. feladat. Szokatlansága miatt nehezebb feladat a többinél. Jó technikai érzéket, a technikai problémák iránti érdeklődést és a szokatlan iránt felébredő „vadászszenvvedélyt” igényel. A négy csengőkapcsolás közül csak az egyik a szokványos, a többi a gyakorlatban nem fordul elő. De tekintettel a váltóáramú táplálásra, az első, második és negyedik az adott kapcsolásban is működik, amint erre rájön mindenki, ha megfelelő logikával gondolkodik, jól megfigyeli a kapcsolást és van technikai érzéke.

24. feladat. Tkp. „fizikai példa” az ellenállások, illetve kondenzátorok soros és párhuzamos, tehát vegyes kapcsolására. Ismerni kell hozzá a soros és párhuzamos kapcsolások törvényét, s kell valamelyes fizikai invenció is. Ezen túlmenően lépésről-lépésre tett türelmes gondolatmenet szükséges.

25. feladat. A fizikai mértékegységek, legalább is a fontosabbak, ismerte nemcsak a fizika-tudás, de a technika terén való tájékozódáshoz is szükséges. Ezt vizsgálja a feladat mindkét oldaláról: az egységről a mért mennyiségre, és a mért mennyiségről az egységre kérdezve. Mivel a CGS-rendszerben különböző mennyiségeknek olykor ugyanaz az egysége (hosszúság, kapacitás, önindukció: cm), a teljes megoldáshoz szükséges ezeknek a fizikaanyag különböző területeiről való összeszedése. Az 5. részkérdésnél több helyes felelet lehetséges, hiszen a mértékegységek nagysága is többféle, aszerint változik, hogy milyen mértékrendszerrel használunk.

26. feladat. Talán a legtöbb logikai műveletet kívánja. Gondos elemzés, részletek összehasonlítása, lényeges és lényegtelen elválasztása kell ahhoz, hogy a lényeges hasonlóságot és különbséget megtalálja. Például az általános tömegvonzási és a Coulomb-törvény hasonló matematikai szerkezetében, abban, hogy az erő arányos az erőt kifejtő tényezőkkel, s fordítva arányos a távolságuk négyzetével. De különbözik abban, hogy más a kettőnél az arányossági tényező, és az elsőnél csak vonás, a másodiknál taszítás is felléphet. Ezen az elemzésen kívül még a hasonlóság és különbözőség rövid, de a lényegre mutató megfogalmazása is szükséges, hiszen sem sok idő, sem sok hely nem áll rendelkezésre a hosszas fejtegetéshez.

### III.

#### Az értékelés módja és szempontjai

Az értékelést igyekeztem a lehető legegyszerűbben megoldani. Jelenleg ugyanis nem az volt a célom, hogy a vizsgált személyek fizikátudását, fizikai technikai gondolkodó képességét, érzékét stb. vizsgáljam, ezek mértékét állapítsam meg, erre csak akkor kerülhet sor, ha már

a vizsgálati módszer pontosan ki van dolgozva, kipróbálva, ellenőrizve. Mindez hosszabb időt vesz igénybe.

Mivel a vizsgálatban részt vevők fele, mint fizika-matematika szakos főiskolai hallgató, három évig szemünk előtt lesz, módomban áll majd meggyőződni arról, hogy az egyes feladatok megoldásából levonható következtetések milyen mértékben egyeznek az illető egyén három éven át történő megfigyelésének, szakmai munkájának, politechnikai érzékének és képességeinek, gyakorlati készsége fejlődésének stb. eredményeivel. Ezek az összehasonlítások, továbbá a tapasztalatok alapján állandóan javított vizsgálati anyaggal végzett további kísérletek alakítják majd ki remélhetőleg, azt a végső formát, amelyet elegendő biztonsággal lehet alkalmazni az érettségizettek fizika tudásának, illetve a fizikából továbbtanulásra való alkalmasságának felmérésére.

Ez az első vizsgálat — bár nem semmitmondó a probandusok szempontjából sem — nem a vizsgált személyek alkalmasságának, hanem elsősorban a feladatok alkalmasságának vizsgálatára szolgált. Ezért jónak látszott egy nem komplikált értékelés bevezetése, hiszen a célt ez is megfelelően szolgálta.

Az általános alapelv az volt, hogy minden helyes felelet, helyes kiválasztás, jó aláhúzás, megfelelő szó beírása stb. egy pontot jelent. Ez alól azonban kivételeket is kellett tenni. Ha például valaki a felsorolt sok lehetőségből (például 1., 14, 15. feladat) egy vagy két szó kivételével mindet aláhúzza, ez már a találgatás jelleget annyira bizonyítja, hogy a jó szavak aláhúzását sem lehet figyelembe venni. Úgy vélem tehát, hogy legalább három aláhúzatlan szónak kell lenni ahhoz, hogy érdemes legyen az adott feladat értékelése.

Hasonlóképpen nem lehet a megfelelő szó aláhúzását értékelni a 2. feladatban, ha az ellentétes párok mindkét tagját aláhúzta, például: nagyított — kicsinyített stb., mert ez nyilvánvalóan minden meggondolást nélkülöző feleletadás. A 3. számú feladatnál nem értékelhető ugyan-ezen okból, ha öt, vagy mind a hat sort aláhúzza.

A 7. feladatban a  $13,6 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$  a higany sűrűsége, de elfogadható, ha valaki a higany *fajsúlyaként* jelöli meg, tekintve, hogy a számérték mindkét esetben ugyanaz.

A 8. feladatnál a  $4^\circ \text{C}$  víz fajsúlya és a jég olvadáspontja csak pontos számadat esetén fogadható el, többinél értelemszerűen kisebb-nagyobb ingadozás még megengedhető, például a Hg olvadáspontja  $-38$  és  $40^\circ$  közti bármely számértékkel elfogadható, de mínusz jel nélkül, pontos számérték közlése esetén sem értékelhető.

A 11. feladatban minden helyes beírt szó egy pontot számít.

A 12. feladatban a fogalmak megszövegezett definíciója kell (definíciónként egy pont), képlet nem fogadható el.

A 17. feladatban is a törteket szavakkal kell kiegészíteni (törttenként 1 pont), betűjelzés beírása nem értékelhető. (A tömegvonzás esetében az „m” betűt elfogadtam, mivel az „m” betű a középiskolában is eléggé félreérthetetlenül a tömeg jelölésére szolgál.)



A 19. feladatban minden kérdés helyes megválaszolása 1 pont, még akkor is, ha valamelyikre két-három jó feleletet ad.

A 21. feladat minden üteme, helyesen berajzolt szelepállás esetén 1 pont, összesen 4 pont. Mivel a 22. feladat is van ilyen nehéz, ennek helyes megoldását is 4 ponttal értékelem, a dugattyúért 2, a tolattyúért 2 elosztásban. Ha valamelyik csak megközelítőleg van jó helyre berajzolva, 1—1 pontot kapott. A 24. feladat 4—4 ponttal értékelt, mivel elég nehéz a négy kapcsolási elem helyes elhelyezése. Mivel azonban vagy jó vagy rossz, amit rajzol, tehát vagy 0, vagy 4 pont az értékelés.

A 25. feladatnál minden helyesen beírt fogalom 1 pontot kap, kivéve az utolsó (5) részkérdést, amelynél a három kérdésre kérdésenként sok válaszolási lehetőség van, de ezt legfeljebb 2—2 ponttal értékeltem, ha legalább két jó választ adott.

Végül a 26. feladatnál minden fogalompár esetén a jól megválaszolt hasonlóságot 1, a különbséget pedig 2 ponttal értékelem. Véleményem szerint ugyanis a hasonlóság megtalálása az adott esetekben könnyebb, mint a különbségeké.

Végül megjegyzem, felvetődött az a gondolat is, hogy a hibás feleleteket nem kellene-e negatív ponttal értékelni, s egy-egy feladatnál a pozitív és negatív pontok algebrai összegét tekinteni végeredménynek. Alaposabb megfontolás után azonban ez most, amikor nem a próbázókat, hanem a próbapontokat vizsgáljuk, nem mutatkozott célszerűnek, már csak azért sem, mert nehezen határolható el élesen, hogy valaki nem tud valamit (nem húzza alá), vagy rosszul tud valamit (rosszat húz alá).

A vizsgázó egyénisége kétségtelenül jellemző ugyan, hogy inkább óvatos, vagy bizonytalan, és keveset húz alá, vagy pedig nagy mennyiségben aláhúz, tehát megválaszol hibásan is, de ezt most a fent már említett okok miatt nem lehetett figyelembe venni.

### Eredmények és következtetések

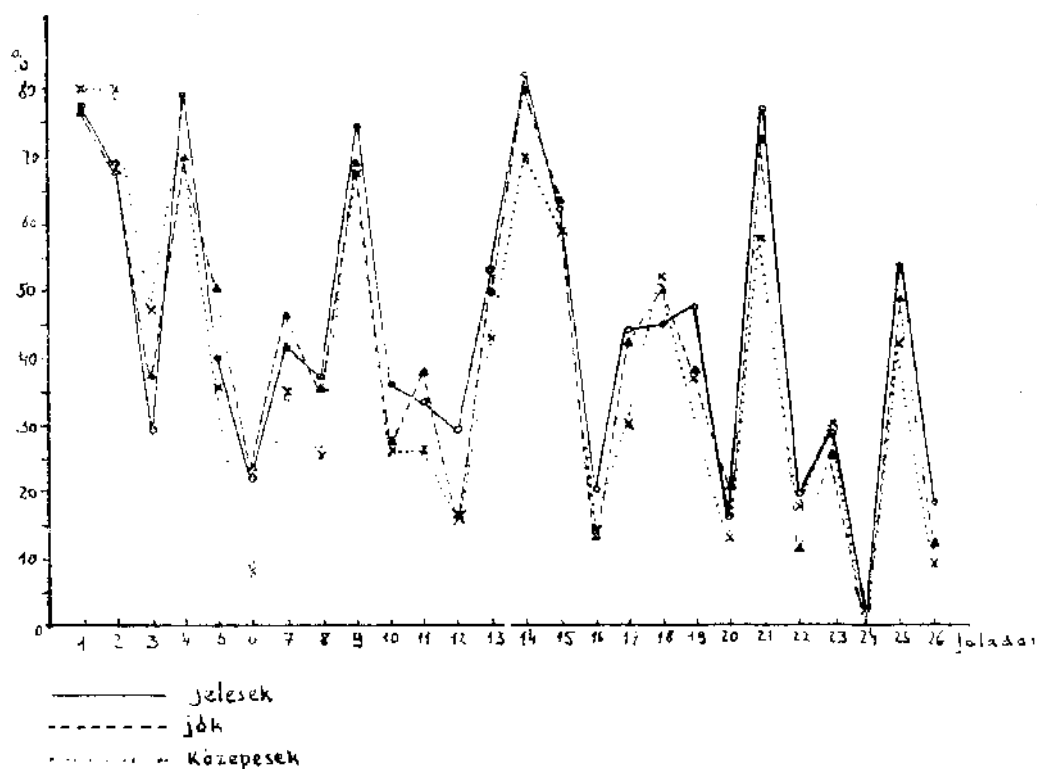
A 26 feladat maximálisan megszerezhető pontszáma a fenti értékelés alapján 185. Az ennyi pontszámot elérő tehát 100 százalékos teljesítményt nyújt. Az átlagos pontszám (a számtani közép) 7,11.

A vizsgált növendékek által elért pontszámok átlagértéke 2,77, a fenti maximális pontszámnak 39 százaléka. Ez gyenge közepesnek mondható. Az oka lehet a vizsgálati módszer szokatlansága és nehézsége, de lehet a rendelkezésemre állt növendékanyag gyengébb fizikai felkészültsége is. Ezt a kérdést még vizsgálat tárgyává kell tenni.

Kiszámítva az elért pontszámok alapján az egyes feladatok helyes megoldási százalékát, az 1. ábra szerint diagrammot kapjuk.

Ebből kitűnik, hogy a legmagasabb százalék értéket a 14. feladatban érték el, 80,5 százalék; utána sorrendben az 1. feladatban 77 százalékos az eredmény, majd a 4. feladat következik 73 százalékos, és negyediknek a 21. feladat megoldása 71,8 százalékos eredménnyel.

Az első három kiválasztási feladat; ezek, de hozzájuk véve a negyedikként szereplő 21-et is, alapvető „megtanulni való”-k voltak, logikai probléma elé nem állították a vizsgázókat, főleg emlékezeti anyagra



1. ábra

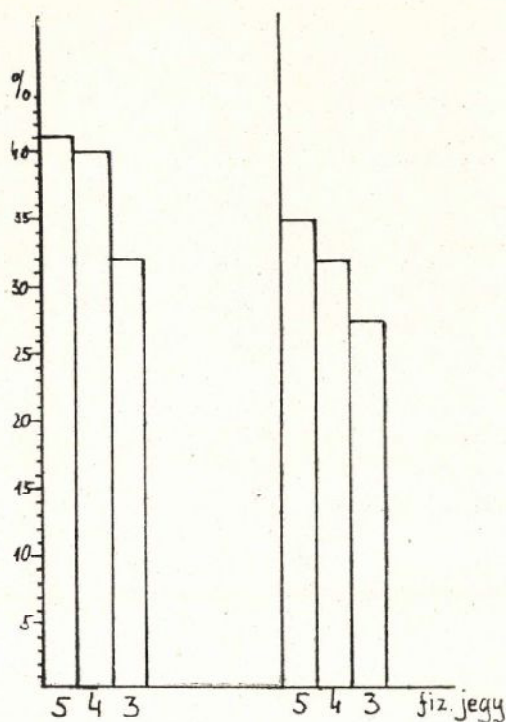
támaszkodnak, még a robbanómotorral kapcsolatos feladat is, ezt ti. mind az általános, mind a középiskolában meg kellett tanulni.

A leggyengébb eredményt az alábbi feladatokban produkálták:

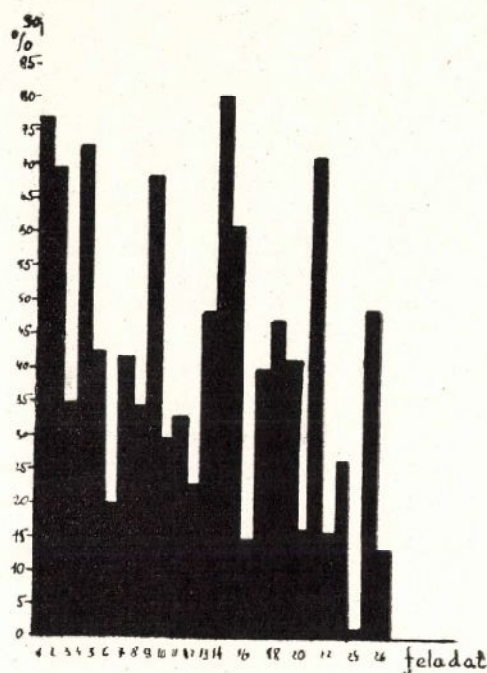
- A 24. feladat megoldása 1,75 százalékos,
- a 26. feladat megoldása 13,4 százalékos,
- a 22. feladat megoldása 16 százalékos, és végül
- a 16. feladat megoldása is 16 százalékos.

Mind a négy olyan feladat, amelyik közepes, vagy ennél valamivel nagyobb mértékű logikai munkát igényel, azonkívül jó megfigyelő készséget is. A logikai funkciót igénylő feladatok tehát nehéznek bizonyultak, legnehezebbnek az, amelyik fizikai példának is mondható. Ez is, és tapasztalat szerint általában azok a példák, amelyek túl lépnek a képben való egyszerű behelyettesítés színvonalán, úgy látszik, a középiskolát végzettek nagy részét megoldhatatlan problémák elé állítják. A logikai munkát igénylő feladatok tehát egy ilyen jellegű vizsgálatban a legnehezebbnek látszanak, felvetődhetik ezek elhagyásának kérdése. Nézetem szerint e negatív tapasztalatok ellenére sem lehet lemondani az ilyenekről, mert akkor a fizika lényegét kifejező egyik vonásról mondanánk le.

Vizsgáljuk meg, hogy a 39 százalékos átlageredmény és a fizikából szerzett utolsó érdemjegy (érettségien stb.) milyen összefüggést mutat. Mint a második ábra első oszlopa mutatja, a fizikából jeles végső jeggyel



2. ábra



3. ábra

bírók átlaga 41 százalék, a jóké 39,9 százalék, a közepeseké 32 százalék. A jelesek és jók között tehát a vizsgálat nem mutat semmi lényeges különbséget.

Ennek okát kutatva, az első „kézenfekvő” gondolat az (régí hiedelem, szinte mondhatnám: pedagógiai babona), hogy ez bizonyára azért van, mert a gyakorlati észjárását kívánó területeken a jeles tanulók elmaradnak. Kiválasztottam tehát a „gyakorlatiasságot” kívánó feladatokat (16, 18, 19, 20, 21, 22, 23). Ezek maximális pontszáma 41 = 100 százalék.

Megoldásuk 33,68 százalékos, tehát érezhetően kisebb, mint az egész átlag. Ezen belül (2. ábra jobb oldali oszlop) a jelesek 34,8 százalék, a jók 31,7 százalék, a közepesek 27,1 százalékos eredményt produkáltak. Szó sincs tehát arról, mintha a gyengébbek a gyakorlati beállítottságot kívánó problémák terén a jelesek felett állnának. Amennyire az ilyen kis létszámot felölelő vizsgálat megenged valamelyes következtetést, azt mondhatjuk, hogy az elméleti anyagnak gyakorlati felhasználása terén általában gyengébbek a tanulók, ezen belül azonban a jó tanulók *jobbak*, mint a kevésbé jó tanulók. (A „jó tanuló” megjelölést a kapott fizika érdemjegy alapján használom.)

Ezért célszerűnek látszik feladatról-feladatra megvizsgálni a jelesek, jók és közepesek (elégséges jegyű csak egy volt) eredményeit, s általában a feladatok megoldásánál tapasztaltakat. Áttekintően a 3. ábra mutatja az eredményeket. Mivel itt az ábrán jobb ugyan az áttekintés, de a közel eső értékek miatt az egyes adatok nem mindenhol különböztethetők meg, táblázatosan is közlöm az eredményeket.

Feladat száma	Jelesek %-a	Jók %-a	Közepesek %-a
1	77,6	77,0	80,0
2	69,2	68,3	80,0
3	28,8	37,5	47,5
4	78,8	70,0	72,5
5	39,6	50,7	35,7
6	22,0	23,6	8,6
7	41,2	46,5	35,0
8	37,2	35,6	25,6
9	74,5	68,8	67,5
10	35,8	27,5	26,7
11	33,2	37,7	26,4
12	29,3	16,7	16,7
13	52,7	50,0	43,3
14	81,8	80,0	70,0
15	62,3	63,2	59,1
16	20,0	13,0	14,0
17	43,8	42,0	30,0
18	44,6	50,0	52,0
19	47,3	38,0	37,0
20	15,8	20,5	13,0
21	77,0	72,5	57,5
22	19,3	11,3	17,5
23	28,3	25,0	30,0
24	1,9	2,5	0,0
25	53,6	48,6	42,0
26	17,7	11,9	8,9

A táblázat áttanulmányozása során azt láthatjuk, hogy a 26 feladat közül a jelesek 14-et, a jók 7-et, a közepesek 5-öt oldottak meg a legjobban. Ezek közt a feladatok közt mind a három kategóriánál (jelesek, jók, közepesek) egész különbözőek vannak. Azt kell tehát megállapítanunk, hogy a feladatok, s így a vizsgálat eredménye nem választja el élesen egymástól a tanulmányi jegyeknek megfelelően a tanulókat, s ennek oka — egyelőre így mutatkozik — az, hogy a különböző iskolák és tanárok követelményei és értékelése (osztályozása) erős eltérést mutat, egyik iskolában kapott rosszabb jegy némely esetben egyenlő értékű a másikban kapott jobb jeggyel.

A vizsgálatra jelentkezeteket tehát két „alapon” kategorizálhatjuk: iskolai bizonyítványuk, vagyis fizika érdemjegyük alapján, másrészt ezen a most lebonyolított vizsgálat alapján. A kettő nagy átlagban (1. ábra) fedi egymást, egyénileg azonban nem. De mivel mégis egyének-ről kell döntení (például a felvételi vizsgán), igen jó lenne tudni, melyik kategorizálás a reálisabb?

Ennek a vizsgálatnak az alapján történő besorolás véleményem szerint reálisabb, a dolgozat elején elmondottak miatt, de talán amiatt is, mert itt különböző iskolákban (különböző tanároknál) végzetek összehasonlítására is alkalom adódik. Mivel a vizsgáltak fele három éven át tanszékünk hallgatója lesz, e három év alatti produkciója, eredménye alapján a fenti kérdésre a mostai „vélekedésnél” megbízhatóbb feleletet kapunk majd.

Ezekután vizsgáljunk meg egyes feladatokat, a feleletek milyen következtetésekre adnak lehetőséget (ti. magát a feladatot illetően).

Az 1. feladatnál hat kivétellel senki sem húzta alá a Henry-t. Ennek lehet az is az oka, hogy nem gondolták ilyen „messze” végig az anyagot, de lehet oka az a hiba is, hogy a felsoroltak közt ez volt az egyetlen olyan, amelyik nem a fogalom nevével, hanem az egységgel szerepelt. Ezt tehát ki kell javítani egy következő vizsgálatra. Az utasítás is átszövegezendő.

2. feladat. A feleletekből adódó megoldási százalék azt mutatja, hogy a feladat megfelel céljának. Némelyik feleletből az egyénre vonatkozó következtetések is lehetségesek. Ezt most mellőzöm, csupán megemlítem azt a tényt, hogy többen voltak, akik egymással ellentétes jelöléseket is aláhúztak, például: nagyított — kicsinyített; látszólagos — valódi. Sőt volt olyan is, aki több ilyen ellentétes párt aláhúzott. Ezeknél — mint már említettem — a helyes aláhúzást sem lehetett figyelembe venni.

A 3. feladatnál alig egy néhányan vették észre, hogy például napfogyatkozás szempontjából a Föld — Hold — Nap sorrend ugyanaz, mint a Nap — Hold — Föld. Ugyanigy a holdfogyatkozásnál is.

A 4. feladat megoldása során igen sokan (25-en) aláhúzták a nem precízen gondolkodók a 2. sort, ahol is egy idem per idem meghatározás van. Továbbá, bizonyára abból az önmaguknak szuggerált elgondolásból kifolyólag, hogy mindhárom csoportban kell (?) lennie jó és rossz definícióknak, legalább egyet a második csoportból is sokan aláhúztak, a harmadikból pedig legalább egyet kihagytak. E feladaton véleményem szerint nem szükséges változtatni.

Az 5. feladatnál a felsorolt anyagok számát csökkenteni kell, hogy a megmaradó anyagok fajsúlya közt nagyobb legyen a különbség, és kevésbé ismert anyagok kimaradjanak. Az aranyat például a legtöbben nem tudták hová tenni, mert bár ismerik, de kevés „tapasztalatuk” van róla, a fizika tananyagban pedig nemigen szerepel.

Ugyanez látszik célszerűnek a 6. feladatnál is.

7. feladat. A feladat százalékos megoldási eredményén túl a részleteket is érdemes megnézni. Tíz számadatról, illetve a számról és a melléírt egységről kellett megállapítani a jelentést. A részletes eredmény a következő:

A jég olvadáshőjét helyesen nevezte meg	31,6 százalék
A Loschmidt-féle számot	19,3 százalék
A fizikai atmoszférát	59,6 százalék
A hő mechanikai egyenértékét	49,2 százalék
A 100 fokos víz párolgáshőjét	15,7 százalék
A fény sebességét	36,8 százalék
A higany sűrűségét	68,4 százalék
A hallható hangrezgések intervallumát	29,8 százalék
A gázok hőtágulási együtthatóját	47,3 százalék
A vegyértéktöltést	47,3 százalék.



A tíz adat soknak mutatkozik. Az 50 százalék körüli értékeket véve normális átlagnak, elégnek látszik a jövőben az ezt legjobban megközelítő öt adat. Azok, akik nem szerepelnek a fenti százalékokban, vagy nem írtak semmi feleletet, vagy rosszat írtak. Tanulmányozásra érdemes feladat ez utóbbi is. Egyik értéket válasszuk ki találomra, s vizsgáljuk meg, a helytelen feleletek mit tartalmaznak.

Nézzük például az  $\frac{1}{273}$  értéket, amelyre 47,3 százalék helyes felelet adódott. A többi három csoportra osztható: akik nem feleltek semmit, akik valamit sejtettek, de nem elfogadható a feleletük, s végül a harmadik csoport, amelynek feleleteit az alábbiakban közlöm: (tehát  $\frac{1}{273}$  -ról van szó!). (A feleletek után zárójelben levő szám azt mutatja, hogy fizikából hányas volt az utolsó jegye a feleletet adónak.)

„Az abszolút zérus fok” (3). „Abszolút zérus pont reciproké értéke” (5). „A folyadékok hőtágulási együtthatója” (3). „Abszolút hőmérséklet” (4). „A gázok állapotváltozója” (3). „Abszolút zérus pont” (5). „Egyetemes gázállandó” (4). „Kelvin-fok reciproka” (5). „Kelvin-fok” (5). „Gázok hőtágulása” (4).

Ezek a feleletek azt mutatják, hogy feleletet csak az ad, aki sejt, vagy fogalmazza így: aki már egyáltalán ad feleletet ezekre a számértékekre, az sejt, melyik területen mozog a kérdés, de ismeretei felületesek. Nem egyszer komoly nehézséget okoz annak eldöntése, hogy elfogadható, vagyis értékelhető-e ponttal az adott felelet? Ennek oka az, hogy a feleletek nagy százaléka nem precíz, s ez a „nem precíz” szinte folyamatosan jelentkezik egy egész kis mértékűtől az egészen nagy mértékig.

Ha valaki az  $\frac{1}{273}$ -ra azt írja, hogy az „hőkitérjedési együttható”, igazat írt, mert ez a szám valóban az. De nem egyértelmű a válasz, mert ez speciálisan a gázok hőkitérjedési együtthatója.

A precizitásnak — amely az exact természettudományokban rendkívül fontos — ez a hiánya a feleletek többségénél megtalálható, s az elbírálást igen megnehezíti. Sajnos, a nem precíz feleletek nemcsak a gyenge tanulókra jellemzők, hanem épp olyan mértékben a jelesekre és jókra is.

Az értékelésnél nem lehet mereven ragaszkodni ahhoz az elvhez, hogy csak a teljesen hibátlan és pontos feleletet értékeljük. Ha a felelet olyan, hogy abból — hézagos vagy hibás volta mellett is — kiviláglik, hogy az illető tudja, miről van szó, pozitívan lehet értékelni. Így például a  $13,6 \text{ gr/cm}^3$  értékre csak 1—2 probandus adta a hibátlan feleletet, ti., hogy ez a higany sűrűsége. A többi, aki tudta, miről van szó, azt írta: a higany *fajsúlya*. Ezt a feleletet is helyesnek kellett elfogadni, nemcsak azért, mert számértékben a sűrűség és a fajsúly általában egyező, hanem amiatt az általános zürzavar miatt is, ami a sűrűség és fajsúly közt a fejekben uralkodik, s aminek eredete már ott kezdődik, hogy az általános iskola zavarosan használja a súly és tömeg fogalmát.

A 8. feladat összesen kilenc kérdést tartalmaz. Az ezekre kapott helyes feleletek százaléka így alakul:

a levegő fajsúlya	14	százalék
a vas fajsúlya	45,6	százalék
a 4 C° víz fajsúlya	84,2	százalék
a hangsebesség levegőben	77,2	százalék
elektronsebesség fémekben áram esetén	0	százalék
a Föld sebessége a Nap körül	1,8	százalék
a Hg olvadáspontja	12,8	százalék
a jég olvadáspontja	71,8	százalék
a vas olvadáspontja	12,3	százalék

Ebből azt a következtetést kell levonni, hogy az 5. és 6. kérdést ki kell cserélni a fizikában tanult más kérdésekre. Meggondolandó ugyanez a 3. kérdésre is, amely egészen közismert.

Igaz ugyan, hogy elgondolkodtató, mit nevezhetünk közismertnek, mert hiszen közismert a jég olvadáspontja is, mégis a 71,8 százalék jó feleleten kívül ilyeneket is felelnek:

1 C° (ezt két jó és egy *jeles* jegyű feleli);

4 C° (egy közepes és egy *jeles* feleli);

80 C° (feleli egy *jeles*!)  $80 \frac{\text{cal}}{\text{gr}}$  (feleli egy *jeles*, aki nyilván olvadáshőnek olvasta);

0,5 C° (feleli egy jó).

A hang terjedési sebességét megjelölő 77,2 százalék mellett a hangsebesség értékére még a következőket írták:

300 000 km/sec értéket ír három *jeles*, három jó, két közepes jegyű.

$3,10^5$  km/sec (3);  $3,10^{10}$  cm/sec (4); 340 000 cm/sec (3); 340 000 (3); 1432 m/sec (5); 435 m/sec (4).

A 300 000 km/sec értékek nyilvánvalóan a fény terjedési sebességével való összezavarásból erednek.

A 11. feladat szövegezésén javítani kell. A 13. feladatot beleolvasztjuk, mint harmadik részfeladatot.

A 12. feladat lényegében helytálló; definíciók tudását meg lehet és is kell kívánni. A feleletek azt mutatják, hogy az első kettőt ki kell könnyebbre cserélni. Itt már olyan definíciók is előfordulnak (az általános alacsony eredménysszázalékon kívül), amelyek azt a gyanút keltik, hogy vannak, akik nem is sejtik, hogy miről van szó. Például a tehetlenségi nyomatók definíciójaként egy *jeles* fizika-jegyet kapott vizsgázó ezt írja: „A testek 1 cm<sup>3</sup>-re ható, a föld mágnességéből eredő nyomóerő.” A cserére azonban nem ezek adják az indítékot, hanem az, hogy nagyon sokan meg sem kísérlik definíció megszövegezését. Nem kevesen vannak olyanok is, akik definíció helyett matematikai képletet közölnek. Mivel ennek letiltása nem szerepel az utasításban, ez alkalommal a jó képletet elfogadtam, de a jövőben az a kíváncsú, hogy ne matematikai formulával feleljenek, s erre az utasításban fel kell a figyelmet hívni. Ez azért is kíváncsú, mert a fizikai gondolkodásmód fejlettségének egyik

mértéke az is, hogy egy matematikai összefüggést (amire például jobban emlékszik, mert a számításokban sokszor szerepelt) hogyan tud a fizika nyelvén megszövegezni. Ha emlékszik az  $N = \frac{k}{t}$  vagy  $N = \frac{K}{T}$  képletre, ebből a nagyítást mint a képtávolság és tárgytávolság (vagy képnagyság és tárgynagyság) hányadosát definiálja. Ez mindenestre más „képet” nyújt a vizsgázóról, mint például az, ha egy jeles fizikus azt írja a nagyításról, hogy „valamely tárgy önmagával arányos többszörösének a létrehozása”.

A 14. feladatnál a helyes aláhúzásokon kívül nagy számú helytelen aláhúzás is van. A helytelen aláhúzások egy nagy része a röntgen-sugárzásnál, ennél is több, 70,2 százalék, az elektromos (rádió) sugárzásnál szerepel. Meggondolandó, hogy nem kellene-e ezt a két sugárzástípusát kihagyni a felsorolásból, vagy pedig ebben az esetben figyelembe venni a helytelen aláhúzásokat, mint rossz, hibás értékeket; esetleg az utasításban az „elektromosan töltött” szót ki kell emelni (nagy betűvel), mert feltehető, hogy — mivel a helyes sugárzások nagyjából alá vannak húzva (egyik legnagyobb százalékos eredményű feladat) — a helytelenek felületességéből, nem elég komoly átgondolásból, vagy a „biztos, ami biztos” elv alkalmazásából származnak.

A 15. feladat — mint már kifejtettem — nem egészen egyértelmű szövegezésű, szöveggel láthatóan a vizsgázók is kétféleképpen értelmezték, ezért át kell szövegezni.

A 16. feladat megoldása csak 16 százalékos, mégis megtartandónak ítélem, legfeljebb a képletet és a hatványcsigasort ismertebbre kell kicserélni.

A 17. feladat utasításában közölni kell majd, hogy szavakat kell beírni, nem betűket. A megoldások nagy részében, például a tömegvonásnál „m” betűk szerepelnek, amit most helyesnek elfogadtam, mert hiányzott a tiltó utasítás.

A 18. feladat megoldási eredménye százalék szerint ugyan megfelelő, mégis feltűnő, hogy czekeket a ( $C_p$  kivételével) mindennapi jelöléseket milyen sokan nem ismerik. Erről főleg a viszonylag sok „nem felelés” tanúskodik, de vannak olyan „feleletek” is, amelyeket olvasva nem tud az ember mire gondolni. Az egyenáramú áramforrás (galván elem) jelére például két négyes fizikajegyű tanuló azt írja, hogy „soros kapcsolás”. Az önindukciómentes rúdellenállás (mondjuk tehát egyszerűen: ellenállás) jelére egy szintén négyes tanuló azt írja, hogy „párhuzamos kapcsolás”, a változtatható kapacitású kondenzátort (forgó kondenzátor) egy négyes tanuló „párhuzamosan kapcsolt voltmérő”-nek (!) nevezi, ugyanazt egy jeles jegyű „kisütött kondenzátor” névvel ruház fel.

A 19. feladat megszövegezésében fel kell tüntetni, hogy nem egyidejűleg sokféle energiaátalakítást végző, összetett eszközökről van szó (például rádió). Azonkívül a sorrendet is meg kell változtatni, hogy az átalakítandó energiafajok egymás mellett szerepeljenek, például hő — fény; hő — elektromosság; hő — mozgásivá stb.

A 20. feladat megoldási százaléka meglepően kicsiny. Ez is mutatja,



hogy középiskolai fizikai tanításuknak a gyakorlattal való kapcsolódása terén még igen sok a tennivaló. A tíz kérdés megoldási százaléka a következő:

első:	42,2 százalék;	hatodik:	5,3 százalék;
második:	29,8 százalék;	hetedik:	3,5 százalék;
harmadik:	17,5 százalék;	nyolcadik:	7,0 százalék;
negyedik:	26,3 százalék;	kilencedik:	17,5 százalék;
ötödik:	1,8 százalék;	tizedik:	24,6 százalék.

Úgy vélem, hogy elég csupán öt eszköz felsorolása. Így a fent részletezett eredmények alapján el lehet hagyni a következőket: 5, 6, 7, 8, 3.

A 21-et annak ellenére, hogy nagyon könnyűnek, a 22-öt annak ellenére, hogy nehéznek bizonyult, meghagyhatónak vélem.

Hasonlóképpen vélekedem a 23. feladatról is.

A 24. feladatot el kell hagyni, esetleg egy olyat kell helyébe iktatni, ami a jelölt politechnikai érzékének fejlettségéről ad némi felvilágosítást.

A 25. feladaton nézetem szerint nem szükséges változtatni. Van ugyan néhány elképesztő felelet, például egyik vizsgáló szerint a sec reciprok értékével a *lóerőt* mérjük; a wattórát igen sokan a teljesítmény egységének, egyik felelő pedig a „lumen”-t a fénysebességnek véli: mégis ez a feladat elég vizsgáló értékű. Kitűnik belőle például az is, hogy ki az, aki egy vagy két felelettel megelégszik akkor is, ha lehetősége nyílna 5—6 érték megnevezésére is.

A 26. feladtból a színekpre vonatkozó kérdést el kell hagyni.

Ezzel kapcsolatban, és általában is célszerűnek látszik a feladatok sorrendjének más megállapítása. A jelenlegi megoldásokat fogadjuk el, mint a feladatok nehézségének értékmérőjét, s ezen az alapon így kell a sorrendet megállapítani: néhány (2—3) könnyebb bevezető feladat kell az elejére, amin megtörténik a munkába lendülés. Ezután, amíg frissebb és türelmesebb a jelölt, a nehezebb feladatoknak kell következniök, majd fokozatosan a könnyebb és könnyebb jönnek. Véleményem szerint a 26. feladat megoldása magasabb százaléku lett volna, ha nem a 26. helyen áll, hanem például a 4. vagy 5. helyen.

#### IV.

Mint azt több ízben is hangsúlyoztam, a vizsgálat célja nem a megvizsgáltak értékelése, hanem a módszer kidolgozása volt. Ezért bármennyire is csábított néhol egy-egy, a jelöltekre vonatkozó következtetés levonása, nem tettem (egy-két megjegyzéstől eltekintve). Hangsúlyozom, hogy ezzel az első vizsgálattal a módszer távolról sincs kidolgozva. Az előző fejezetben közölt módosítások után újabb tapasztalatok szerzése végett újabb vizsgálatok következnek. A módszer elvi használhatóságáról sem lehet még nyilatkozni, majd a gyakorlat fogja megmondani: hogy ti. a vizsgált személyek főiskolai évek alatti produkciója alá-

támasztja-e vagy sem? Ezt sem egyszerűen a főiskolai érdemjegyek alapján fogjuk eldönteni.

A most megtett nagyon szerény kezdő lépésről mégis remélem, hogy évek múlva használható lesz a középiskolát végzettek fizika tudásának a jelenleginél reálisabb megítélésére.